

66. ročník Fyzikálnej olympiády

v školskom roku 2024/2025

krajské kolo kategória D

text úloh

1. Voda v kanále

Chlapec sa bicykloval po cyklistickej ceste, ktorá sa nachádzala pri brehu priameho vodného kanála, v ktorom zvolna tiekla voda. Rozmýšľal, ako zistiť rýchlosť vodného prúdu a vymyslel nasledujúci postup. K dispozícii mal mobil s aplikáciou stopky a na bicykli tachometer.

Doprostred kanálu hodil kus dreva a sledoval, ako je unášané prúdom. Po určitom čase, keď už mu drevo mizlo v diaľke, hodil do kanála druhé drevo zapol stopky a na bicykli sa vydal za prvým drevom rýchlosťou $v_B = 18 \text{ km/h}$. Prvé drevo dohonil za čas $t_1 = 2 \text{ min } 30 \text{ s}$. Otočil sa, vynuloval stopky a išiel rovnakou rýchlosťou nazad. K druhému drevu došiel za čas $t_2 = 1 \text{ min } 50 \text{ s}$.

- Akú rýchlosť v_v vody zistil?
- Aká bola vzdialenosť d medzi oboma drevami?
- Akú dráhu s chlapec prešiel počas experimentu?

2. Plavák

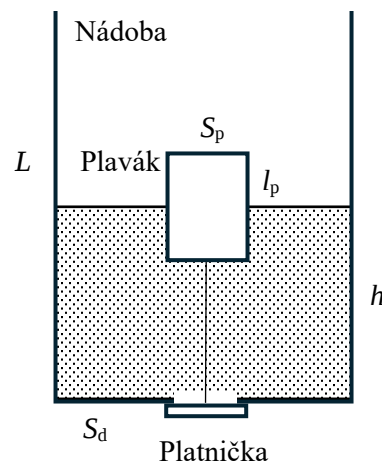
V tenkostennej valcovej nádobe s výškou L a obsahom dna S_d je v strede dna urobený kruhový otvor s obsahom S_o , obr. D2–1. Aby sa v tejto nádobe udržala voda, vymyslel domáci majster plavákový uzáver, ktorý zakrýva odspodu dno nádoby. Veľmi ľahká kruhová platnička, o trochu väčšia ako otvor s obsahom S_o , je priložená ku dnu nádoby a pomocou nite dĺžky l priviazaná k plaváku z penového polystyrénu. Plavák má výšku l_p a obsah prierezu S_p .

- Majster najskôr podržal plavák tak, aby platnička uzatvárala otvor v dne nádoby, a do nádoby nalial vodu tak, že plavák bol ponorený do polovice svojej výšky.

Určte najväčšiu dĺžku l_1 nite, aby po uvoľnení plaváku, ponoreného do polovice svojej výšky, zostal otvor v dne nádoby uzatvorený.

- Potom majster nastavil dĺžku nite $l_2 = (1/2) l_1$, pritlačil platničku na otvor a začal do valca napúšťať vodu. Určte objem V napustenej vody, ktorú platnička s plavákom po jej uvoľnení v nádobe udrží.

Hodnoty veličín: Hustota penového polystyrénu $\rho_p = 40 \text{ kg/m}^3$, hustota vody $\rho_v = 1000 \text{ kg/m}^3$, $L = 40 \text{ cm}$, $S_d = 120 \text{ cm}^2$, $S_o = 5,0 \text{ cm}^2$, $l_p = 80 \text{ mm}$, $S_p = 20 \text{ cm}^2$.



Obr. D2–1

3. Vlak

Medzi výhody prepravy pomocou vlaku patria veľmi malé straty energie počas jazdy. Proti pohybu vlaku pôsobí na vodorovnej trati hlavne valivý odpor medzi kolesami vozidiel a koľajnicou.

Uvažujte vlak zostavený z lokomotívy s hmotnosťou $m_L = 85 \text{ t}$ a $N = 20$ naložených vagónov s hmotnosťou každého vagónu $m_V = 80 \text{ t}$. Polomer kolies lokomotívy i vagónov $R = 500 \text{ mm}$. V tabuľkách nájdeme, že faktor statického trenia medzi kolesom a koľajnicou $f = 0,4$ a rameno valivého odporu $\xi = 0,4 \text{ mm}$.

- Určte ťahovú silu na spoji lokomotívy a zvyšku vlaku počas rovnomerného pohybu po vodorovnej trati, ak uvažujeme, že proti pohybu pôsobí iba valivý odpor.
- Určte maximálnu silu F_m , ktorou môže lokomotíva ťahať vlak s ohľadom na jej hmotnosť, a aké maximálne zrýchlenie a_m vlaku by to umožnilo. Na akej vzdialenosti ℓ_m by vlak s týmto zrýchlením dosiahol z pokoja rýchlosť $v_1 = 70 \text{ km/h}$?
- Určte výkon P_L lokomotívy, aby bola schopná na vodorovnej trati ťahať uvedený vlak rýchlosťou $v_2 = 120 \text{ km/h}$.
- Trat' Žilina – Košice má v okolí Tatier maximálny sklon $\tan\varphi = 1,5 \%$. Určte maximálnu rovnomernú rýchlosť v_3 vlaku, ktorou môže vlak prechádzať týmto stúpaním, ak je výkon lokomotívy $P_{Lm} = 4,0 \text{ MW}$.

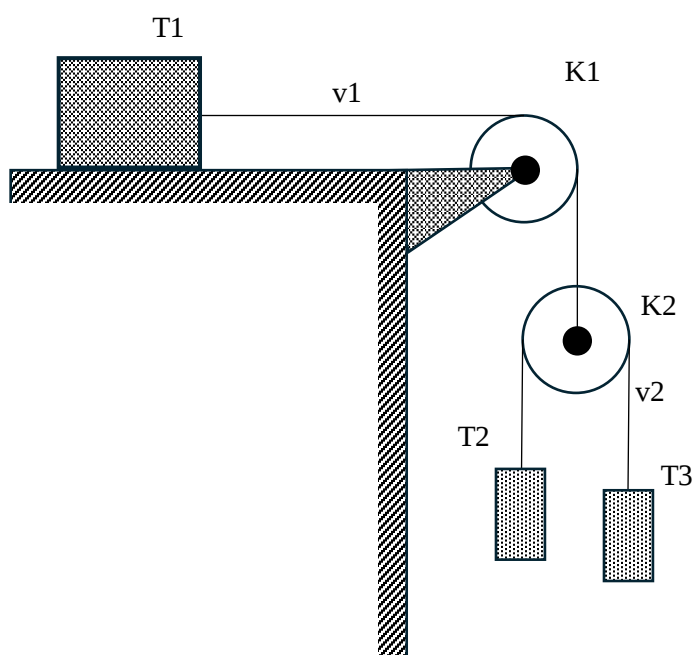
Pozn.1: Pre malé uhly $\varphi \ll 1 \text{ rad}$ platia približné vzťahy $\sin\varphi \approx \varphi \approx \tan\varphi$ a $\cos\varphi \approx 1$.

Pozn.2: Valivý odpor F_v je daný vzťahom $F_v = (\xi/R) F_n$, kde F_n je prítláčná sila a ξ koeficient valivého odporu.

4. Závažia na kladke

Na obr. D2–2 je znázornená mechanická sústava, ktorá pozostáva z troch telies T1 až T3 vzájomne prepojených vláknami v1 a v2 cez kladky K1 a K2.

Teleso T1 s hmotnosťou m_1 leží na vodorovnej ploche stola, pričom medzi telesom a stolom pôsobí trenie s faktorom trenia f . Na vlákne v1 vedenom cez pevnú kladku K1 je zavesená pohyblivá kladka K2. Hmotnosti kladiek sú veľmi malé v porovnaní s hmotnosťami telies. Cez kladku K2 je vedené vlákno v2, na ktorom sú zavesené telesá T2 a T3 s hmotnosťami m_2 a m_3 . Na začiatku sú telesá držané v naznačenej polohe.



Obr. D2–2

- Nakreslite obrázok s časťou sústavy – kladkou K2 a telesami T2 a T3, a vyznačte v ňom vektory síl, pôsobiach na kladku i telesá po uvoľnení telies, ak teleso T1 sa nehýbe.
- Určte podmienky pre hmotnosti m_2 a m_3 telies T2 a T3 tak, aby po uvoľnení telies T2 a T3 sa teleso T1 nezačalo pohybovať po povrchu stola. Určte v tomto prípade ťahové sily F_{v1} a F_{v2} , ktorými sú napínané vlákna v1 a v2.
- Určte zrýchlenie a_1 telesa T1, ak nie sú splnené podmienky podľa bodu b).

Úlohu riešte všeobecne a potom časť c) pre hodnoty: tiažové zrýchlenie $g = 9,8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$, $f = 0,40$ a tri trojice hmotností –

- $m_1 = 200 \text{ g}$, $m_2 = 15 \text{ g}$, $m_3 = 200 \text{ g}$
- $m_1 = 200 \text{ g}$, $m_2 = 200 \text{ g}$, $m_3 = 20 \text{ g}$
- $m_1 = 200 \text{ g}$, $m_2 = 50 \text{ g}$, $m_3 = 40 \text{ g}$

Poznámka: v osiach kladiek nepôsobí trenie a vlákna na kladkách neprekľzavajú.